

电机电器 故障修理 实例 2000

张庆达 主编



机械工业出版社
China Machine Press



电机电器



故障修理实例 2000

张庆达 主编



机械工业出版社

内 容 简 介

本书从修理实践出发,以实例的形式,介绍常用电机、变压器及电器产品的各种常见故障现象、原因及简明修理方法。每个实例均以一种或两种故障现象进行概要分析和判定,针对产生的原因和故障情况,介绍修理方法及防止措施。

全书共分三章,第1章为电机实用修理技术,共900余例;第2章为变压器实用修理技术,共500余例;第3章为电器产品实用修理技术,共500余例,全书共2000例。

本书内容丰富实用。每类故障从简单到复杂,由浅入深介绍故障检测手段、修理方法,具有很强的实用性。

图书在版编目(CIP)数据

电机电器故障修理实例 2000/张庆达主编. —北京:机械工业出版社,2002.6

ISBN 7-111-10273-8

I. 电... II. 张... III. ①电动机—维修②电器—维修
IV. ①TM307②TM507

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 029310 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:李振标 版式设计:霍永明 责任校对:李秋荣

封面设计:姚毅 责任印制:路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

850mm×1168mm^{1/32}·25.875 印张·645 千字

0 001—4 000 册

定价:48.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527
封面无防伪标均为盗版

前 言

在我国四个现代化建设中,尤其改革开放以来,各行各业机械化、自动化程度大大提高,各类驱动用电机、电力供电用变压器及各类电器应用越来越多,保证这些电气设备合理使用,正常运转是当务之急。为配合电机、变压器及电器设备维护保养及修理;为配合高能耗电气设备降耗、节能、提高效率的增容改造;为加强电气设备合理、经济运行和科学管理。特编写此书,供广大从事电机、变压器及电器修理人员使用。

本书用实例介绍了常用电机、变压器及电器产品在运行中出现的故障现象及导致的危害,进行检查分析和修理。本书最大特点是以实例为线索,对电机、变压器及电器产品各类故障一题一分析和检查,介绍其修理方法。从这个意义上讲,该书最适合从事电机、变压器及电器产品的修理人员,尤其是新型第三产业及乡镇企业中从事电气修理人员使用。

全书分三章,由张庆达主编和负责统稿工作;参加本书编写的有尹军、史荫生、杜瑞存、张晨、王相英及张序红、陆凤仙、刘双云等。

本书承蒙教授级高级工程师赵家礼及高级工程师周希章的精心审核加工,并提出诸多宝贵的修改意见,使该书内容和结构更加充实和完善,值此,表示衷心的感谢。

由于作者水平和经验所限、编写时间仓促,编写内容不当之处在所难免,敬请批评指正。

编者

2002年5月于天津

目录

前言

第1章 电机实用修理技术	1
一 交流电动机故障修理技术	2
(一)电动机起动困难或不能起动	2
1 单相电动机起动困难或不能起动	2
2 三相电动机起动困难修理实例	11
(二)电动机三相空载电流过大、过小及不平衡故障	30
(三)交流电动机堵转电流及功率不正常	39
(四)交流电动机运行中振动、异常声响及过热	42
(五)交流电动机转向、转速调节及转速异常	55
1 单相交流电动机变更转向、转速修理	55
2 三相交流电动机变更转向、转速修理	59
(六)交流电动机定子绕组故障	72
1 绝缘电阻低及绕组接地故障	72
2 绕组绝缘老化损伤及绕组断路故障	78
3 绕组匝间、相间、层间短路及击穿故障	82
4 低压电动机定子绕组改型修理技术	86
5 低压电动机定子绕组嵌、接线	96
6 高压电动机定子绕组故障及重绕	102
7 高压电动机增加防晕层修理	108
(七)交流电动机转子故障	113
1 笼型转子故障修理	113
2 绕线转子故障修理	121
3 交流同步电动机转子及绕组故障	146
4 交流电动机集电环、换向器及电刷装置常见故障	161
二 直流电动机故障修理技术	175
(一)直流电动机起、制动及转速不正常	175

(二)直流电动机主极、换向极及补偿极故障	186
(三)直流电动机电枢绕组故障	196
1 绕组常见故障修理	196
2 绕组特殊故障修理	219
(四)直流电机换向器及电刷装置故障	232
(五)直流电动机其他常见故障	246
三 发电机故障修理技术	254
(一)发电机不发电故障修理	254
(二)发电机电压低、电压不稳定故障	261
(三)发电机加负载后电压、电流异常	268
(四)交、直流发电机绝缘及绕组故障	270
(五)同步发电机失磁、逆磁及振荡故障修理	277
(六)交、直流发电机多机并、解列中的异常现象	281
(七)发电机发生自励现象及飞车故障	286
(八)交、直流发电机其他常见故障	291
(九)交、直流发电机励磁系统故障及调试	298
(十)异步发电机常见故障	303
四 交、直流电机共性综合故障修理	310
(一)电机转轴、机壳、端盖及铁心等机械故障修理	310
(二)交直流电机轴承故障修理技术	331
1 圆筒轴承及含油轴承故障修理	331
2 滚动轴承故障修理	335
3 特种轴承故障及新型轴承在修理上的应用	344
4 大中型电动机座式轴承故障及漏油处理技术	353
(三)交、直流电机改压修理技术	368
1 单相电动机改压修理实例	370
2 三相电动机改压修理实例	372
3 直流电机改压修理技术	386
(四)电动机改极修理技术	391
(五)电动机改变频率修理技术	406

VI 目 录

(六)交直流电机增容降耗提高效率的修理	417
(七)电机改变运行方式修理技术	423
1 单、三相异步电动机互改运行技术	423
2 直流电动机改制运行修理技术	431
3 发电机、电动机互改运行技术	433
第2章 变压器实用修理技术	437
一 各类变压器绕组及绝缘故障	438
(一)电力、整流及电炉变压器绕组故障	438
1 绕组受潮、接地绝缘电阻不合格	438
2 变压器直流电阻不合格及开、短路故障	442
3 绕组放电、击穿或烧毁故障	462
(二)其他类型变压器绕组综合故障	483
1 互感器绕组综合故障	483
2 调压器、弧焊变压器及小型电源变压器绕组综合故障	499
二 变压器铁心、夹件及外壳综合故障	519
(一)铁心多点接地及叠片短路烧损	519
(二)铁心接地、短路等故障检测方法判定	542
(三)夹件、外壳或油箱修理及加工技术	545
1 夹件修理及更换技术	545
2 绝缘件损坏修理及加工更换技术	552
3 油箱或外壳修理及配置技术	562
三 变压器运行方式、改接、改造及综合修理	575
(一)电力变压器并列、解列技术及异常现象处理	575
(二)变压器改接、改压、改绕修理	583
(三)高损耗老产品变压器改节能型修理	598
(四)变压器运行修试中,其他综合故障处理	612
四 绝缘油油质劣化的过滤、混合油配置及色谱分析	616
(一)绝缘油不合格的判定及处理	616

(二) 绝缘油用气相色谱分析法判断故障	626
第3章 电器产品实用修理技术	633
一 工业电器	634
(一) 接触器、继电器常见故障及修理实例	634
(二) 高低压断路器及开关常见故障修理	650
(三) 电磁铁常见故障修理	671
二 家用电器	692
(一) 电冰箱、空调器等常见故障修理	692
1 单、双门电冰箱常见故障	693
2 冷、热空调器常见故障	708
(二) 电风扇及排送风扇常见故障修理	726
(三) 电吹风机常见故障修理	736
(四) 吸尘器常见故障修理	740
(五) 微波炉、电饭锅等厨房电器常见故障修理	748
1 微波炉安装使用要领及常见故障修理	748
2 电饭锅常见故障	762
3 抽油烟机常见故障及修理	765
(六) 电视机、收录机等常见故障修理	770
1 电视机常见故障与修理	770
2 收、录音机常见故障及修理	781
三 照明灯具及设施安装、修理和节能改造	796
四 其他电器	809
(一) 电子燃气灶的检修	809
(二) 电热类电器常见故障与修理	812
主要参考文献	818

第 1 章

电机实用修理技术

本章介绍交流单、三相电动机、直流电动机及交、直流发电机在安装调试过程中出现的异常现象；在运行中的各类故障的检查分析及修理。为介绍和学习方便起见，将电机常用的电磁参数名称及代号分列如下：额定容量（或功率） P_N 、额定电压 U_N 、额定电流 I_N 、起动电流 I_{st} 、空载电流 I_0 、直流电机电枢电流 I_a 、相数 m 、极对数 p 、定子槽数 Q_1 、转子或电枢槽数 Q_2 、每槽导体数 N 、节距 y 、星形联结 Y 、三角形联结 Δ 、每极每相槽数 q ，绕组短距系数 K_d 、分布系数 K_p 、绕组系统 K_{dp} 、换向片数 K 等。凡在符号右下角标有 1 及 2 分别为定、转子参数代号；凡在符号右上方加“,”者为变更后参数。上述以外的参数名称及代号，结合具体例子叙述。

一 交流电动机故障修理技术

(一) 电动机起动困难或不能起动

电动机接通电源后, 应能顺利起动和进入正常运行。当出现起动困难或不能起动, 说明电源、负载、电动机本身及起动装置中某一种或几种原因出现故障, 如电源无电, 熔断器熔体断, 起动器有故障, 电动机绕组开路、接地或短路, 电动机转轴、轴承等出现机械故障等。为此, 应进行检测分析, 根据不同故障原因和故障程度采取对应修理措施, 排除故障, 使电动机顺利起动。以下列实例加以说明。

1 单相电动机起动困难或不能起动

例 1 一台隐极式罩极电动机检修后通电起动慢, 且闻到焦糊气味

分析检查 电动机起动慢说明故障不在电源及熔断器上, 用手转动轴伸, 轴转动不灵活。抽心发现定子铁心内圆一层厚厚漆膜, 且某些部分有凸出的小疙瘩。这是由于该机原受潮, 绝缘电阻降低, 经二次浸漆烘干修理, 浸烘后未铲除铁心内表面漆膜和疙瘩, 人为地减小气隙, 通电后转子擦铁心表面上漆膜, 阻力加大, 影响起动, 由于擦漆膜使漆膜过热焦糊而散发出难闻气味。

修理方法 用铲子铲除了铁心内表面及止口上多余漆膜, 经吹干净, 复装后接通电源, 电动机顺利起动且转入正常运转。该例反修虽简单, 却说明不严格检修工艺, 会增加新故障。注意浸漆后必须擦净止口及铁心内表面余漆。

例 2 一台罩极电动机通电后起动困难

分析检查 解体检查, 测试绕组无接地、短路和开路情况。

因转子铁心被车削过,测气隙比规定值大0.35mm,由于气隙大,使空载电流大、功率下降,造成难起动。

修理方法 因主辅绕组完好,无需用变更绕组参数解决起动难问题。只要设法减小气隙,采取将定子磁极拆下,用0.15mm厚的Q235钢板,剪成与极靴大小,再敲成弧度,垫在4个磁极与机壳内壁之间,再紧固和找正好磁极位置,且调整好气隙,使4个极下气隙均匀。因用0.15mm钢板,使总气隙缩小0.3mm,接近其标准值。修后通电,该电动机起动顺利,空载电流正常。

例3 一台2极罩极电动机通电后不转动,有“嗡嗡”声

分析检查 电源有电,解体检查主绕组完好,但罩极短路环有一个开焊,一个断裂。因罩极短路环是起动用的起动线圈,故它的损坏使电动机难于起动。

修理方法 将开焊的一只铜短路环采用银-铜焊条焊好开焊口;用与原短路环同规格的圆铜条制作一个罩极圈,并装好,更换了轴承润滑油脂。通电后电动机起动顺利、运行正常,从起动到运行无嗡嗡声。

例4 一台风扇用罩极电动机通电不起动

分析检查 该电动机 $2p=4$,检查电源有电,转轴转动灵活,罩极短路环完好。再检查4只磁极线圈也无接地,用万用表测磁极线圈两引出线头,表指针不动,说明线圈串联回路不通,进一步检查,查出有一个磁极线圈末端引线断开。

修理方法 将断开的磁极两引线端头清除漆膜后理直和拧紧焊好。分析这次开焊断裂不是机械力拉断,是焊口受酸性焊剂的腐蚀结果。此次用酒精松香配制的焊剂,将所有联结处补焊一遍。修理中应严禁采用酸性焊剂。

例5 一台扇用罩极电动机增大罩极短路环截面,解决起动困难

分析检查 该台扇电动机定子绕组完好, 气隙均匀, 轴承未损坏, 但起动困难。因罩极式电动机本来起动转矩就较小, 而铁心为热轧硅钢片, 经多年运行, 铁心锈蚀, 磁性能降低。在绕组、气隙正常下, 采取增大短路环截面来增大起动转矩, 才解决起动难的毛病。

修理方法 先起出 4 只短路环, 其环直径为 $\phi 2.5\text{mm}$ 。为增大环截面, 选用了 $\phi 3.2\text{mm}$ 黄铜条撬成 4 只新环, 为使短路环能顺利镶嵌在罩极槽内, 用锉将槽锉宽, 再吹去铁屑, 槽内刷一遍绝缘漆, 把短路环镶入。电动机组装后试车, 台扇很快起动和旋转。

例 6 一台风扇用罩极电动机只能在某些位置起动, 另一些位置不能起动

分析检查 具了解, 该电扇入夏前检修后再使用时, 出现有时能起动, 有时不能起动, 有时在某一位置下能起动, 另一位置不能起动。可能是检修中损伤了铁心, 或把轴打弯, 装配不得当。经检查发现定转子铁心中心线对的不齐, 左右错开约 5mm 。

修理方法 重新装配时采取一端定位, 使定转子铁心轴向对齐, 又控制了转轴轴向窜量低于 2mm , 这样电动机在起动和运行时, 定转子铁心中心线能保证对齐, 不发生超过 2mm 位移量。经上述处理后, 电动机起动时不规律现象消除了。此例教训, 在电动机修理中一定要禁忌粗枝大叶操作方法。

例 7 一台隐极式罩极电动机起动困难

分析检查 这是一台老式吊扇用电动机, 解体检查发现主绕组及罩极绝缘老化, 端部较长, 长期使用中经常出现起动难现象。基于主、绕组及罩极绕组绝缘老化, 采取改进重绕线圈几何尺寸及嵌线方法, 用以增大起动转矩, 解决起动困难。

修理方法 拆除旧绕组, 记下匝数、线径、节距和几何尺寸。重绕时两绕组匝数、线径不变, 仅将罩极绕组端部尺寸每端

缩短5mm,总长缩短10mm;嵌线时将所有罩极绕组全部嵌放在上层,主绕组嵌放在下层;对于只有罩极绕组没有主绕组的几个槽内,先在槽底垫上适当厚度的垫条,使罩极绕组仍占上层位置。把罩极绕组全部嵌放在上层位置,线圈端部就可短些,且罩极绕组靠近槽口,从而减少了罩极绕组漏抗,因漏抗与起动转矩成反比关系,漏抗减少、起动转矩增大,电动机起动就顺利。

例8 一台72槽18极隐极式罩极电动机重绕嵌线中,改进起动困难

分析检查 该机平时常出现难起动,因某种原因绕组烧坏,结合重绕修理,采取改进起动难毛病。该机定子罩极绕组节距 $y=1-3$,整个槽绝缘为青壳纸,垫的也厚。基于上述情况,为改善起动困难,在罩极绕组上采取措施。

修理方法 罩极绕组取 $\phi 0.31\text{mm}$ (原为 0.29mm),槽绝缘选用厚度为 0.22mm 的“DMD”三合一绝缘纸,不仅绝缘强度好,比原 0.25mm 青壳纸薄,为加大罩极绕组线径也创造了条件;嵌线时该绕组节距由原来 $1-3$ 槽改为 $1-4$ 槽嵌线。采取适当增大罩极绕组导线截面及扩大其嵌线节距(增大1槽),使起动转矩加大,解决了起动困难的难题。

例9 一台分相电动机起动时离心开关发出嗡嗡声,电动机起动难

分析检查 检查电动机绕组无故障,拆开离心开关,发现开关触头上油污堆积,开关机构卡住、动作不灵活,动、静触头接触不良。

修理方法 用煤油清洗掉触头上的油泥,更换了压力弹簧,调正了歪斜的开关机构,修复通电后电动机起动正常,离心开关接触良好,嗡嗡响声消失。对带有离心开关的分相电动机,平时不仅要维护好电动机,对起动用离心开关也必须检查和调整,尤其要保证触头干净、接触良好。

例 10 一台 JZ 型 400W 电阻起动电动机, 通电不起动, 手摸离心开关时明显过热振动

分析检查 因离心开关烫手且明显振动, 为此, 先检查离心开关, 发现开关触头烧熔连粘难分。分析主要是触头弹簧太软, 多次起动后, 动、静触头逐渐难以分开, 电动机运行时, 开关也处于闭合状态, 造成触头过热烧熔, 使离心开关不起作用, 使电动机不能起动。

修理方法 因触头烧熔无法用一般方法修好, 将动、静触头从接触壁上卸下, 更换了一对同规格的新触头。同时更换了压力适中的新弹簧, 整个离心开关作了调整, 开关机构灵活, 滑板滑动自如, 保证了触头接触良好, 修复后经多次通、断电试验, 触头闭、合正常, 离心开关振动小、无噪声、不过热。

例 11 一台带起动继电器的分相电动机运行停止后, 再起动机时继电器冒黑烟

分析检查 电动机原起动和运行正常, 说明电动机暂时尚无故障。检查起动继电器, 继电器线圈已烧毁, 在拆除旧线圈时, 发现继电器铁心严重锈蚀、片间短路。分析原因主要是铁心故障发热, 导致线圈过热、匝间绝缘老化、短路, 最后而烧毁。

修理方法 拆除了旧线圈, 将铁心叠片拆下, 清除锈蚀斑迹, 每片两面喷了硅钢片漆, 经烘干处理后叠压好, 套上新线圈, 装配好通电试检查, 电动机起动顺利, 起动继电器无异常现象。

例 12 一台带起动继电器的分相电动机, 起动时间长

分析检查 电动机起动时间长可能的原因是电动机主、辅绕组及继电器有故障。分别检查中, 发现继电器铭牌上标有额定电压为 380V。将 380V 继电器用在 220V 电源上, 属欠压运行导致电动机虽能起动, 但起动时间延长。

修理方法 这是属于选型不正确引起的故障, 最简单的解决

办法是更换正确型号和规格的继电器。因修理时无备件，又一时购置不到。为此，采取去掉一部分线圈匝数的办法来满足电动机起动要求。按照电器产品每匝承受电压不变时 $\left(\frac{U_N}{U'_N} = \frac{N_1}{N'_1}\right)$ 的关

系，则改后匝数 $N'_1 = \frac{N_1 U'_N}{U_N} = \frac{220 N_1}{380} = 0.578 N_1 \approx 0.6 N_1$ 。将原继电器线圈去掉 40% 匝后，线圈外层包上两层绝缘纸再扎紧。经去匝修理后，电动机起动正常。

例 13 一台 JYLA—4 型 4 极 800W 电容起动电动机，通电后不起动

分析检查 测电源有电，检测主 辅绕组完好，再测电容器已击穿。故该机不起动主要是电容器损坏所致。

修理方法 电容器上铭牌看不清，又无说明书，修理时常以下式求取电容器容量 C

$$C = 8JA \quad (1-1)$$

式中 J ——起动绕组电流密度 (A/mm^2) 本例取 $J = 6A/mm^2$ ；

A ——起动绕组导线截面 (mm^2) 查 $A = 0.636mm^2$ 。

将 J 、 A 值代入上式得

$$C = 8JA = 8 \times 6 \times 0.636\mu F = 30\mu F$$

例 14 一台都乐冰箱压缩机电动机起动困难，外壳过热，机械相擦

分析检查 通电起动压缩机，听出机械相擦声似“卡缸”、“敲缸”声，起动慢，起动后速度也慢。估计绕组无故障，采用不开盖修理，解决抱轴和“卡缸”故障。

修理方法 通过检测发现曲轴配合间隙小，冷冻油过少、沉淀多，吸油不畅。电气控制及电机均正常。只要解决抱轴故障，电机就能顺利起动。具体修理操作如下：

用木榔头对压缩机电动机外壳各个方向试着敲打数次，再接

通电源试起动,如在冬季停运时间过长而出现再运转时抱轴的,可用热水多次冲洗压缩机外壳后再试起动。当上述方法无效时,可采取在电机运行绕组中串联一个 $75 \sim 100 \mu\text{F}/300\text{V}$ 以上的交流电容,且适当提高电源电压,增加起动转矩,如图 1-1 所示。具体做法是先插上电源插头,将电源电压调至 220V ,再合上冰箱开关 S_1 ,再快速合上开关 S_2 ,结果电动机还未起动。将电压提高 $5 \sim 10\text{V}$,每隔 5min 以上起动一次,

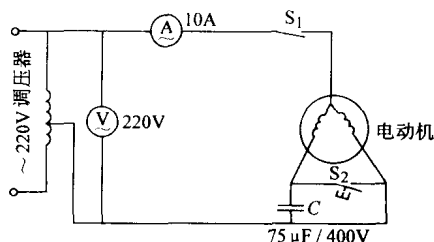


图 1-1 串联电容提高电压
起动压缩机电动机电路

到第 3 次时,压缩机电机正常起动和运转了。对于一般抱轴不严重的压缩机,经升压 $5 \sim 10\text{V}$ 后,经 $2 \sim 3$ 次就能顺利起动。对抱轴较严重的可升压后经 $4 \sim 5$ 次试起动一般都能成功。要注意一点,一定要隔 5min 以上才能进行下次起动。

例 15 冰箱压缩机电动机抱轴后起动难的修理方法

分析检查 一台进口冰箱除有例 14 故障现象外,过载保护器频繁动作。检测控制回路及电动机绕组均正常。仍采用不开盖,用改变电动机运行方式的作法。

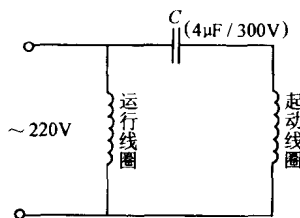


图 1-2 单相电动机改变
联结起动线路原理

修理方法 将压缩机单相电动机照图 1-2 接好线,通电后压缩机电机很快起动,且正常制冷运行。这样改接使电动机主、辅绕组在起动时产生合成旋转磁场,增大转矩,提高功率因数。这种修理经验的总结,是一种有效地解决压缩机抱轴、卡缸后电动机起动难的有效做法。

例 16 一台海棠牌洗衣机的脱水电动机，通电后不能起动

分析检查 检查电源有电。解体电机时发现电机轴弯曲且锈蚀，轴与含油轴承之间间隙太小，配合过紧，含油轴承 1/2 段破裂，轴承内无油，上述故障增大了电机起动和运转时阻力，无法起动。

修理方法 仔细的调直轴头后且打磨光滑，又更换了含油轴承，装配前含油轴承在润滑油内先浸泡 1h，组装后通电试起动，电动机起动顺利，运转有力，使用正常。

例 17 一台 4 极罩极式台扇电动机，通电后起动困难，转速慢

分析检查 经检测电机主辅绕组及轴承等均无故障。由于其磁极结构特殊，在多年运行中磁极过热，起动转矩小，起动性能差，故采取从提高电机本身起动性能着手修理。

修理方法 该电机磁极断面结构如图 1-3 所示。因使用中经常过热和修理不当，起动用的短路环内磁场强度逐渐削弱，造成起动困难。此次将原定子磁极间的非铁磁性槽楔取下，改用 Q235 薄铁板做成换上与原槽楔一样的尺寸。修后电机起动顺利、运行平稳，主要是铁片槽楔增加了罩极槽内磁场强度，提高了起动转矩的结果。

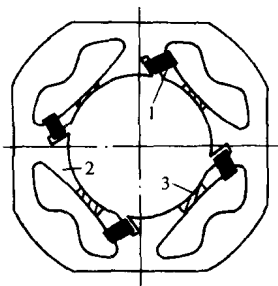


图 1-3 4 极罩极式电动机定、转子断面结构

1—罩极 2—凸极式定子铁心 3—铁槽楔

例 18 某食品厂冷藏箱压缩机电动机通电不起动，但控制电路变压器烧坏

分析检查 检测压缩机电动机无接地情况，起动绕组和运行绕组直流电阻符合要求。再检查控制电路，发现中间变压器一、